

WEST

Generate Collection

Print

L11: Entry 36 of 53

File: JPAB

Jul 12, 1996

PUB-NO: JP408179493A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 08179493 A

TITLE: LIGHT EXPOSURE, DEVICE AND METHOD FOR TRANSFERRING, OR MASK FOR THE SAME

PUBN-DATE: July 12, 1996

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HOSAKA, SUMIO

TERASAWA, TSUNEO

KIKUKAWA, ATSUSHI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

APPL-NO: JP06319781

APPL-DATE: December 22, 1994

INT-CL (IPC): G03 F 1/08

ABSTRACT:

PURPOSE: To obtain technique for transferring a fine pattern whose size is below the limit of minimum size by means of light diffraction by the usage of light by using the light effusion from a dielectric body, that is, evanescent wave.

CONSTITUTION: As to a mask substrate 4; a total reflection prism is provided on a side opposite to a conductive material film 5 on which an original picture pattern is drawn. When laser incident light 1 enters the substrate 4, it is reflected at a joint surface with the film 5 of the substrate 4 at an angle of θ , and is totally reflected at an aperture part without the film 5, so that all the incident light 1 is reflected at the angle of θ . Reflected light 2 is discharged into the air through the substrate 4 and the prism 3. At this time, the light comes out from the substrate 4 as the evanescent wave (light) and it is attenuated soon at a part other than the aperture part because of the film 5. Thus, the incident light is totally reflected at the original picture pattern surface, only the evanescent wave is propagated to the photosensitive material by close contact, and the fine pattern whose size is $\leq 0.2\mu\text{m}$ is transferred.

COPYRIGHT: (C) 1996, JPO

WEST☐ **Generate Collection** **Print**

L11: Entry 49 of 53

File: DWPI

Jul 12, 1996

DERWENT-ACC-NO: 1996-375432
DERWENT-WEEK: 199638
COPYRIGHT 2002 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Pattern exposure method for semiconductor device - involves total reflection of light incident through one slope of prism on original picture pattern surface through other slope of prism

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
HITACHI LTD	HITA

PRIORITY-DATA: 1994JP-0319781 (December 22, 1994)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 08179493 A	July 12, 1996		009	G03F001/08

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
JP08179493A	December 22, 1994	1994JP-0319781	

INT-CL (IPC): G03 F 1/08

ABSTRACTED-PUB-NO: JP08179493A
BASIC-ABSTRACT:

The method involves positioning a prism on a mask substrate (4). The refractive index of the prism is the same as that of the mask substrate. An original picture path (5) is drawn on the surface of the mask substrate. The pattern is made of an electrically conductive material. A light is incident through one slope of the prism on the original picture pattern surface.

Total reflection of this incident light is performed through the other slope of the prism. A light sensitive material (7) is provided on the original picture pattern side of the mask substrate. An evanescent wave is propagated to the light sensitive material on the sample substrate.

ADVANTAGE - Enables transcribing pattern of 0.2 micrometer thickness or less. Enables miniaturization of semiconductor device.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/9

TITLE-TERMS: PATTERN EXPOSE METHOD SEMICONDUCTOR DEVICE TOTAL REFLECT LIGHT INCIDENT THROUGH ONE SLOPE PRISM ORIGINAL PICTURE PATTERN SURFACE THROUGH SLOPE PRISM

DERWENT-CLASS: P84 U11

EPI-CODES: U11-C04E1;

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-179493

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 3 F 1/08

識別記号

庁内整理番号

B

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-319781

(22) 出願日 平成6年(1994)12月22日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 保坂 純男

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(72) 発明者 寺澤 恒男

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(72) 発明者 菊川 敦

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

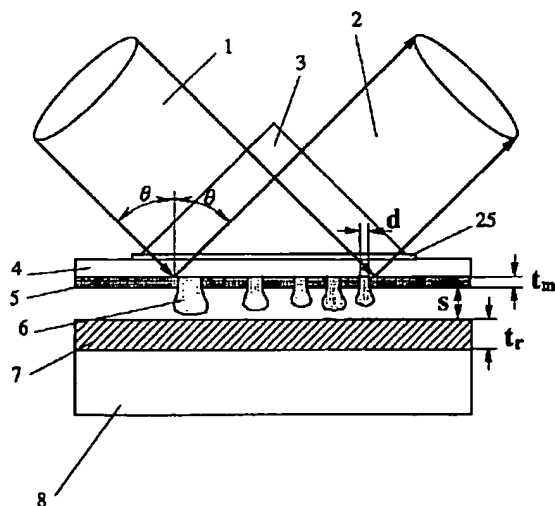
(54) 【発明の名称】 光露光または転写方法および装置またはそのためのマスク

(57) 【要約】

【目的】 光を用いて、光の回折による最小転写寸法の限界を超えた0.2 μm 以下のパターンを転写する技術を提供すること。

【構成】 本発明は、遮光膜（原画パターン）のないマスク基板側にマスク基板と同じあるいは近い屈折率を持つプリズムを設置し、レーザ光をプリズムの1斜面から入射して原画パターン面で入射光を全反射させ、プリズムのもう1つの斜面から大気中に取りだすように構成した光照明系を持ち、さらに、このマスクの原画パターン側に試料の感光材（レジスト）を密着し、エバネッセント波のみ試料の感光材に伝搬させて、0.2 μm 以下の微小パターンを転写できるようにした。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】光を用いてマスク基板の表面の導電材料で構成されたマスク面に描かれている原画パターンを光反応する感光材料に焼き付ける方法において、少なくとも前記マスク基板の原画パターン側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写方法。

【請求項2】全反射するマスク基板のマスク側の面と光反応する感光膜面とが原画パターンの開口部の最小寸法以下に密着するようにされたことを特徴とする請求項第1項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項3】全反射するマスク基板のマスク面の厚さが原画パターンの開口部の最小寸法以下とされたことを特徴とする請求項第2項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項4】照射される光がレーザ光であることを特徴とする請求項第1項、第2項または第3項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項5】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板が所定の厚さを有する透光性材料の板状であることを特徴とする請求項第1項、第2項、第3項または第4項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項6】前記レーザ光が円偏光あるいは楕円偏光であることを特徴とする請求項第4項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項7】前記基板に入射した光が基板内で複数回の全反射を繰返し、全反射の度に光感応材料への露光を行うことを特徴とする請求項第5項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項8】照明光を1次元あるいは2次元走査することによって原画パターンを一様に照明することを特徴とする請求項第1項、第2項、第3項または第4項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項9】原画パターンを転写する感光材料の面が平坦化処理をされた基板表面であること特徴とする請求項第1項、第2項、第3項または第4項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項10】前記原画パターンの領域が転写または露光される基板の転写または露光領域より小さく、該原画パターンを移動させて複数回の転写または露光を行うこと特徴とする請求項第1項、第2項、第3項または第4項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項11】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板、該マスク基板の原画パターンを描かれている表面に対向して配置されかつ表面に光反応する感光材料を備える基板、該マスク基板の原画パターンの画かれていない面に照明光を入射するために設けられたプリズム、該プリズムを介してマスク基板側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写装置。

【請求項12】全反射するマスク面と光反応する感光材料面とが原画パターンの開口部の最小寸法以下に密着するようにされたことを特徴とする請求項第11項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項13】照射される光がレーザ光であることを特徴とする請求項第11項または第12項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項14】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板が所定の厚さを有する透光性材料の板状であることを特徴とする請求項第11項、第12項または第13項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項15】前記基板に入射した光が基板内で複数回の全反射を繰返し、全反射の度に光感応材料への露光を行う厚さに設定されていることを特徴とする請求項第14項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項16】前記原画パターンを有する基板と前記プリズムの屈折率がほぼ同じであることを特徴とする請求項第11項記載のパターン転写装置。

【請求項17】前記プリズムの入射面を照明光で1次元あるいは2次元走査するための手段を備え、該走査によって原画パターンを一様に照明することを特徴とする請求項第11項、第12項または第13項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項18】一方の表面にマスク面に原画パターンおよび位置合わせのための図形が描かれているマスク基板、該マスク基板の原画パターンを描かれている表面に対向して配置されかつ表面に光反応する感光材料とともに前記位置合わせのための図形に対応する図形を備える基板、該マスク基板の原画パターンの画かれていない面に照射光を入射するために設けられたプリズム、前記二つの図形の位置関係を検出するための手段よりなり、前記二つの図形の位置関係が所定の関係にあるとき、前記プリズムを介してマスク基板側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写装置。

【請求項19】他の面で照明光が全反射する角度で光を照射される光を用いて、マスク面に描かれている原画パターンを光反応する感光材料に焼き付けるために使用されるマスクであって、前記マスクの感光材料に接する側の面の原画パターンの透光部に対応する部分は他の部分より突出することを特徴とするマスク。

【請求項20】原画パターンが画かれる面のマスクは導電性材料で構成される請求項11または請求項18のパターン露光または転写装置。

【請求項21】プリズムの出射面に反射防止膜の設けられた請求項11または請求項18のパターン露光または転写装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体リソグラフィ技

術等の微細パターン転写技術あるいは露光技術に係り、特に、光を用いて $0.2\mu\text{m}$ 以下の微細なパターンを転写する技術を提供することにある。

【0002】

【従来の技術】光を用いてパターンを転写あるいは露光する手段としては、縮小投影露光法が一般的である。これは、マスクを照明し、マスク上のパターンを縮小投影レンズを介して被露光基板上に転写する技術である。そこで形成されるパターンの最小寸法 d は、光の回折によって定められ、 $0.6\lambda/\text{NA}$ (λ : 光の波長、NA: レンズの開口数) で与えられる。この限界を超える手段として特公平62-50811には位相シフト露光技術が開示されている。また、特開平04-267515には斜方照明を採用して解像限界を向上させる技術が開示されている。一方光露光の限界を超える微細パターン転写技術としては、電子線露光あるいはX線露光が有望視されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】光露光の解像力を向上させる技術として、特公平62-50811、特開平04-267515に開示されている技術を採用しても、空間周波数に換算して $2\text{NA}/\lambda$ (但し、NAはレンズの開口径、 λ は光の波長) を超える微細パターンを転写することは出来ない。例えば、エキシマレーザステッパにこれらの技術を採用しても、現状では $0.15\mu\text{m}$ 前後の最小パターン寸法しか得られていない。

【0004】一方、電子線転写あるいはX線転写技術は、光の転写法に比べてマスクパターンの形成が難しい、熱歪等による寸法精度の保証が困難などで高精度化が難しい。また、真空中で転写する、あるいはX線源の施設が膨大のものとなるなどの欠点が多い。さらに、プロセス的には光プロセス技術は安定なものとなっているが、電子線転写あるいはX線転写を採用する場合、プロセス技術立ち上げのための多くの投資が必要となる。

【0005】従って、本発明の課題は、如何に光を用いて上記の光の回折による最小転写寸法の限界を超える技術を開発、提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、光の回折による最小寸法の限界を超えるため、誘電体からの光のしみだし、即ち、エバネッセント波を使用し、 $0.15\mu\text{m}$ 以下のパターンを転写、形成を可能にする。

【0007】

【作用】エバネッセント波のみを転写光として使うために、回折光が試料側に伝搬しないよう、原画パターンがあるマスク基板(誘電体)面で入射光が全反射するように入射する。この時原画パターン面に垂直な方向に対する入射角 θ を(1)式を満足するように設定することが必要である。

【0008】

$$\sin \theta > 1/n$$

(1)

但し、 n は原画パターンを有するマスク基板の屈折率を示す。これによって、エバネッセント波のみ遮光膜の開口部から空气中にしみ出させることが出来る。これは、半導体リソグラフィにおける転写が任意の1層部分の全パターンを転写するため、即ち、 $0.3\mu\text{m}$ 以上の大きなパターンと微小なパターンが混在するため、図3のように回折光で原画パターンを照射すると、回折光が伝搬する開口部($0.3\mu\text{m}$ 以上の寸法)では従来技術と同じ光転写が行なわれ、回折光が伝搬しない微小開口部($0.3\mu\text{m}$ 以下の寸法)からはエバネッセント波のみ伝搬する。これにより、大きな開口部では光の伝搬する光量が大きく、微小開口部では光量が非常に小さくなるため、微小なパターンが転写出来なくなる。これを防ぐために、上記の全反射照明により回折光の伝搬を防止し、大きな開口部でもエバネッセント波で転写できる。

【0009】また、エバネッセント波の空間的なしみだしパターンをレジストに形成するためには、エバネッセント波が空間的にしみださないようにする方法と、エバネッセント波の発生面が試料に近い部分を空間的に作り出す方法とがある。前者の具体例を図1に、後者の具体例を図8に示す。

【0010】前者においては、しみ出しを防ぐため、誘電体ではなく導体で電界のしみだしを防いでいる。この時の導体の厚さは、遮光パターンあるいは開口パターンどちらかの最小パターン寸法より小さくしなければならない。これは、エバネッセント波がマスク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しかしみださないためである。

【0011】後者は、マスク基板に凹凸パターンを形成し、この凸部を光転写部分としたホトマスクを採用する。これは、照明光がガラスと気体や真空の境界面で全反射する場合、その境界面からエバネッセント波が気体側に伝播し、その強さが指数関数的に減衰する。これを利用すると空間的にエバネッセント波の強さをパターン化することができる。即ち、図8のように伝播するガラス境界面に凹凸を形成すると、凸部からは強いパワーが伝播し、凹部からは距離が遠いため伝播パワーは弱くなる。これにより、試料上の光レジストとエバネッセント光をしみ出す凸部に完全に接触するように密着することができ、前者と比べ、光の利用効率の良い実用的なエバネッセント光転写が実現できる。

【0012】上記の両者共、転写される試料は原画パターンに強く押しつけ、間隙がないように密着する必要がある。この密着方法は、従来から行なわれた方法により実現できる。このように、基本的には、原画パターン面で入射光を全反射させ、密着により、エバネッセント波のみ試料の感光材に伝搬させて、 $0.2\mu\text{m}$ 以下の微小パターンを転写するものである。

【0013】尚、上述のように、エバネッセント波はマ

スク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しかしみださないため、アスペクト比の高い転写レジストパターンを得るためには少なくとも原画パターンに接触する最上層は上記の最小パターン寸法以下に感光層を薄くしなければならない、多層膜構造レジストを使用する必要がある。また、半導体表面は $1\mu\text{m}$ 前後の凹凸があるので、平坦化処理をしてからレジスト塗布を行ない、本転写を行なうことにより、半導体上に $0.2\mu\text{m}$ 以下の微小パターンを形成できる。

【0014】

【実施例】本発明の基本的具体例を図1に示す。転写するマスタマスクはガラス等の透明なマスク基板4と遮光膜として機能するクロム等の導電性材料膜5で構成されている。この導電性材料膜5に転写すべき原画パターンが画かれこれに対応してエバネッセント波が透過すべき位置の遮光膜が除去されているのである。また、転写される試料基板8上に光反応を起こす感光剤（例えば光レジスト）7が塗布してあるものをここでは用いた。

【0015】従来の光転写と違うところはマスク基板4の原画パターンが画かれた導電性材料膜5と反対側に全反射用プリズム3を設けたところにある。ここでは、プリズム3と基板4の屈折率が同じであるか、非常に近い値であることが望ましい。また、プリズム3とマスク基板4とは一体物で構成するか、図のように、屈折率がほぼ同じ材料または近い液体状あるいは軟らかいものをスペーサ25として用いた方がよい。また、プリズム3とマスク基板4を直接押しつけて光学的なカップリングを持たせてもよい。

【0016】このようにして、レーザ入射光1を図のように入射する。この時の入射角が式(1)を満足するようにすると、マスク基板4の導電性材料膜5との接合面で角度 θ で反射され、また、導電性材料膜5の無い開口部でも全反射されるので、全ての入射光1が角度 θ で反射されることになる。反射光2はマスク基板4及びプリズム3を通して大気中に放出される。放出された反射光2がマスク面に戻らないようにプリズム3の射出側面に吸光手段を設けて吸収することが必要である。図では、簡略化のため省略されている。この時、光はエバネッセント波(光)6としてマスク基板4から飛び出す。開口部以外では導電性材料膜5のためすぐに減衰する。しかし、開口部では大気中により長くしみだす。

【0017】このしみだしは、図2のように、開口部の寸法に依存し、開口部の寸法と同程度離れると、飛び出してくる光の強度は入射光1に対して $1/10^2 \sim 1/10^3$ 程度に減衰してしまう。このため、導電性材料の遮光膜5の厚さ t_m をできるだけ薄くする必要がある。また、試料基板8上の感光材7の厚さもできるだけ薄くする必要がある。さらに、これを導電性材料膜5に密着し、その間隙Sをできるだけ0に近くすることが必要であり、数 10nm 以下にするのが望ましい。

【0018】図では、試料を搭載する移動台、密着手段、レーザ照射光学系、シャッタ、タイマ等露光装置としての手段を省略したが、これらは従来から、光露光、X露光装置で使用されているもので十分である。

【0019】レーザ照射光学系はビームエキスパンダ、コリメタ機能が必要である。レーザ源としてはArイオンレーザ、He-Cdレーザのような 460nm 波長以下の光が得られるもので十分である。また、感光材7としては、レーザ光の波長にあったものを使用しかつ細かいパターンが形成されるものを選ぶ。感光材7の厚さ t_r はエバネッセント光があまり伝搬しないので、 $0.1\mu\text{m}$ 前後が望ましい。

【0020】このような試料を用いて、エバネッセント転写(露光)を行なう。光を照射して、導電性材料膜5に画かれた原画パターンを介して感光材に十分な光強度が伝搬されると、感光材7の中に光重合や架橋反応などが起き潜像が形成される。このあと、従来技術である現像、焼き付け(バーク)プロセスを経て、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細パターンを通常の光を用いて形成することができる。

【0021】また、遮光部はエバネッセント波のしみ出しを防ぐため、誘電体ではなく導体で電界のしみだしを防ぐことが重要である。エバネッセント波はマスク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しかしみださないため、アスペクト比の高い転写レジストパターンを得るためには少なくとも原画パターンに接触する最上層は上記の最小パターン寸法以下に感光層を薄くしなければならない、多層膜構造レジストを使用する必要がある。また、半導体表面は $1\mu\text{m}$ 前後の凹凸があるので、平坦化処理をしてからレジスト塗布を行ない、本転写を行なうことにより、半導体上に $0.1\mu\text{m}$ 以下の微小パターンを形成できる。

【0022】次に、図3を用いて全反射によるエバネッセント光転写の必要性を述べる。図3は従来技術で用いられていた露光方法として、マスク材をほぼ垂直に照明した場合のマスク材からの光の透過、しみだし等について模式的に示した図である。ここで、半導体リソグラフィにおける転写が任意の1層部分の全パターンを転写することを考慮して、マスク状には回折光として空气中を伝搬できる充分な大きさの開口部と、できない微小な開口部が混在するものとした。この時、図のように光1が基板4上の導電性材料膜5に画かれた原画パターンを照射すると、回折光9が伝搬できる開口部($0.3\mu\text{m}$ 以上の寸法)では従来技術と同じ光転写が行なわれる(この時、エバネッセント波6もしみだすが、パワーとして2桁以上小さい)。回折光(伝搬光)9が伝搬しない微小開口部($0.3\mu\text{m}$ 以下の寸法)からはエバネッセント波6のみ伝搬する。これにより、大きな開口部では光の伝搬する光量が大きく、微小開口部では光量が2桁以上小さくなるため、微小なパターンが転写出来なくな

8

細パターンを精度良く形成することが出来る。

【0026】図5は全反射を多数回繰り返す場合の露光（転写）方法を示す。（a）のように入射用プリズム22からレーザ光をマスク基板4の中に入力する。図のように遮光部で反射され、また、開口部では全反射を起こし、全ての入射光が反射される。反射された光は遮光膜として機能する導電性材料膜5と反対側の空気とマスク基板との境界部でも全反射を起こす。このようにして、図のように、多数回全反射を繰り返して、図のように、

10 出射用プリズム 23 まで反射されたレーザ光 2 は、全反
射の条件がくずれるので大気中へと導かれる。この時、
レーザ光が照射した開口部ではエバネッセント光が開口
部から滲みだし、露光が行なわれる。次に、照射されな
い領域を露光するには、(b) のように、入射用プリズ
ム 22 と出射用プリズム 23 を間隔を保ったまま、de
だけ図のように移動し、その後、(a) と同じように露
光して全体の露光を完了する。この場合、de はできる
だけ正確に設定、制御して、レーザ光の照射する領域を
考慮しオーバラップしないように上記プリズム 22、23
20 を移動することが必要である。

20

30

40

【0030】位置合わせについては、最初の一回だけとして、次回以降は移動を精密に管理することによっても

可能である。

【0031】ここでは、図1、4の応用例を示したが、図5、6の露光方法も取り入れることができる。

【0032】また、本具体例は、半導体基板へのエバネッセント光転写について述べたが、原画パターン複写の観点からも応用が可能である。この場合、試料にCr等の導電材膜を付けたガラスブランクを使用することができる。これは、本方法が密着露光を使用するため、原画パターンの消耗が激しいため必要となるので、この作業は極めて重要になる。さらに、本転写はエバネッセント光が空気中ではすぐに減衰してしまうのでマスクと感光材の間に、液体あるいはガス等を挟んでも効果がある。この他、回折光が伝搬しない寸法を持つパターンだけ本方式で転写することも考えられ、これも本発明の範囲である。

【0033】次に、本発明のエバネッセント光の利用効率をさらに向上させるためのマスクの例について述べる。

【0034】先にも述べたように、エバネッセント光の滲みだし面と感光材との間隙は少なくとも遮光膜の厚さ程度以下にしないと、エバネッセント光が効率良く感光材に伝搬しない。そこで、先の実施例では導電性材料膜を遮光膜として使っていたが、本実施例ではマスク基板に凹凸パターンを形成し、この凸部を光転写部分とした。これにより試料上の光レジストをエバネッセント光が滲み出す凸部に十分に接触するように密着することができ、より効率の良い実用的なエバネッセント光を使用した光転写が実現できる。

【0035】基本的具体例を図8に示す。転写するマスクが、マスク基板4の試料に接する側に形成された凹凸パターンによる原画パターンである点を除き図1の構成と同じである。図のように入射レーザー光1を式

(1) 満足する角度 θ で入射すると、凹凸パターン面で全反射し、回折光は反射光2としてプリズム3より外へ放出される。この時、本実施例では、エバネッセント光6は凹凸パターンに沿って滲みだす。従って、基板8とより密着した状態にあるマスク基板4の凸部から滲みだしたエバネッセント光6が感光材(光レジスト)7が塗布された試料8により効率良く光の伝搬が実現される。これにより、レーザー光源のパワーの軽量化や転写時間の短縮化を図ることができる。

【0036】図9に本発明のマスクの他の具体例を示す。(a)はマスク基板4に屈折率がほぼ同じで光が透過する材料50を用いて図8に示した構造のホトマスクと等価なホトマスクを用いた例である。(b)はマスク基板4側に上記の屈折率がほぼ同じ材料50が塗布されこの表面に原画パターンが形成された構造の例である。(c)はパターンを矩形構造の断面に代えて鋸歯状波あるいはエッジが鈍った断面をした例である。

【0037】このようにマスク基板とパターン形成部と

の材料を変えることができれば、微細のパターンを形成する手段を選ぶことができるのでホトマスク形成には極めて有効となる。また、ラインアンドスペースパターンの場合には、グレーティング等の構造が利用でき、

(c)の構造のホトマスクが便利である。このラインアンドスペースパターンの転写の場合、ラインに沿った面内で、レーザー光を斜めに入射してラインアンドスペースパターンのエバネッセント光転写を行なうことが回折光の漏れをなくす方法であり、極めて有効である。

【0038】尚、(a)～(c)共通に示しているように、原画パターンの周辺に原画パターンの凸部の高さと同じ凸部を設けることは、密着した際に原画パターンの凸部の破壊を防ぐことができ、有効な構造となる。

【0039】

【発明の効果】本発明を半導体素子の微細加工プロセスに用いれば、光を用いて0.1 μ m以下の微細パターンの形成が可能となる。可視領域の光を用いた場合、0.4 μ m程度の微細加工の限界があるが、現状では数10nmの寸法までの原画パターンが電子線描画技術によって加工可能であるから、これを原画パターンに用いれば光転写はこの領域まで可能と成り、半導体素子の微小化に貢献することが出来る。また、現状では、0.2 μ m以下の微小パターン形成に電子線転写あるいはX線転写が有望視されている。しかし、光の転写法に比べてマスクパターンの形成が難しい、熱歪等による寸法精度の保証など、高精度化が難しい、真空中で転写する、あるいはX線源の施設が膨大なものとなるなどの欠点が多い。また、レジストプロセス的には光プロセス技術は安定なものとなっているが、電子線転写あるいはX線転写を採用する場合、プロセス技術立ち上げのための多くの投資が必要となる。このことから、電子線転写、描画あるいはX線転写などは大容量半導体素子の価格を上昇させ、半導体産業の行き詰まりを生ずるが、本発明により、これらのコスト面での低価格化を実現することが出来る。

【0040】さらに、本発明は半導体微細加工技術を用いる他の産業(情報処理装置、マイクロメカニズム等)にも応用が可能であり、微細化、高密度化に極めて貢献する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的具体例を示す図。

【図2】エバネッセント波の滲みだし特性(開口寸法と光パワーの関係)を示す図。

【図3】光の垂直入射の場合のマスクパターンからの光の透過及び滲みだし模式図。

【図4】図1に重ね合わせ機能を設けた場合の具体例を示す図。

【図5】全反射を多数回繰り返す場合の本発明の具体例を示す図。

【図6】広い面積をレーザー光の2次元走査により転写す

11

る具体例を示す図。

【図7】ステップアンドリピート移動によりマスクの原画パターンを試料基板上に繰返して同じパターンを転写する具体例を示す図。

【図8】本発明で使用するホトマスク（断面図）の他の例の使用状況を示す図。

【図9】ホトマスクの他の具体例（断面図）を示す図。

【符号の説明】

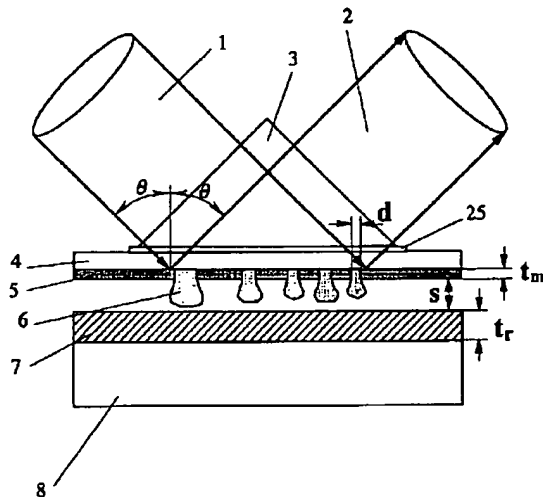
1：レーザー入射光、2：レーザー反射光、3：プリズム、4：透明な基板（マスク基板）、5：導電性材料（原画パターン、マスク材、遮光材、遮光膜）、6：エバネッ

12

セント波（光）、7：光反応を起こす感光剤（光レジスト）、8：試料基板、9：回折光（伝搬光）、10：バッファ層、11：接眼レンズ、12：対物レンズ、13：CCDカメラ、14：CCDカメラ像、15：マスクの合わせマーク像、16：試料の合わせマーク像、17：合わせマークからの反射光、18：試料移動・合わせ制御系、19：構造物、20：マスク（原画）パターンの中に合わせ用パターン、21：構造物の中に合わせ用パターン、22、23：プリズム、24：レーザー入射光の2次元走査軌跡、25：スペーサ。

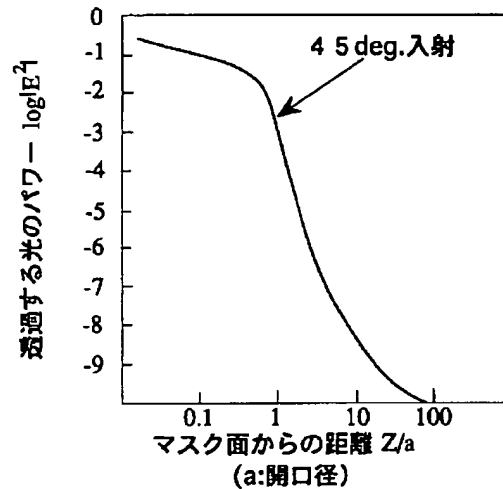
【図1】

図1



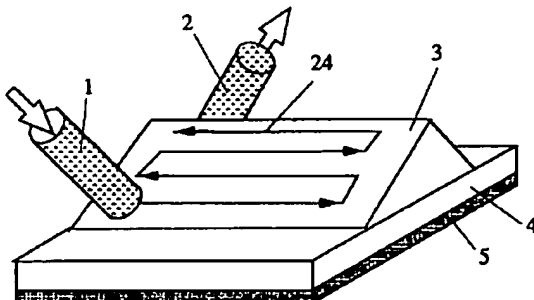
【図2】

図2



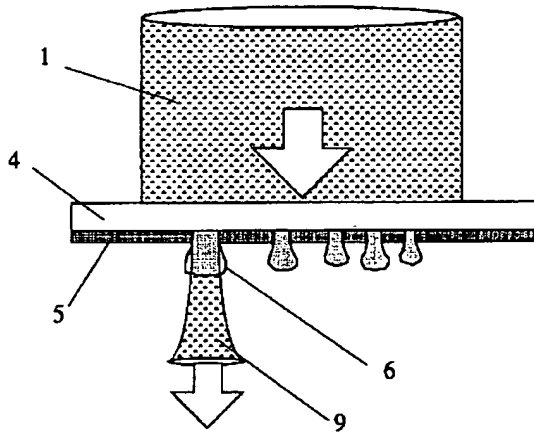
【図6】

図6



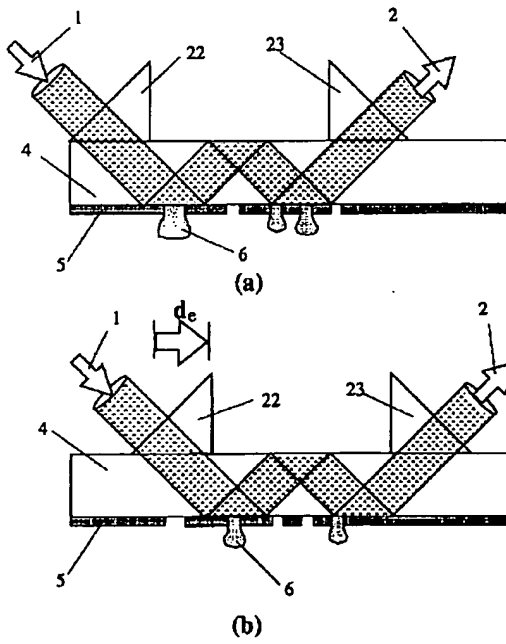
【図3】

図3



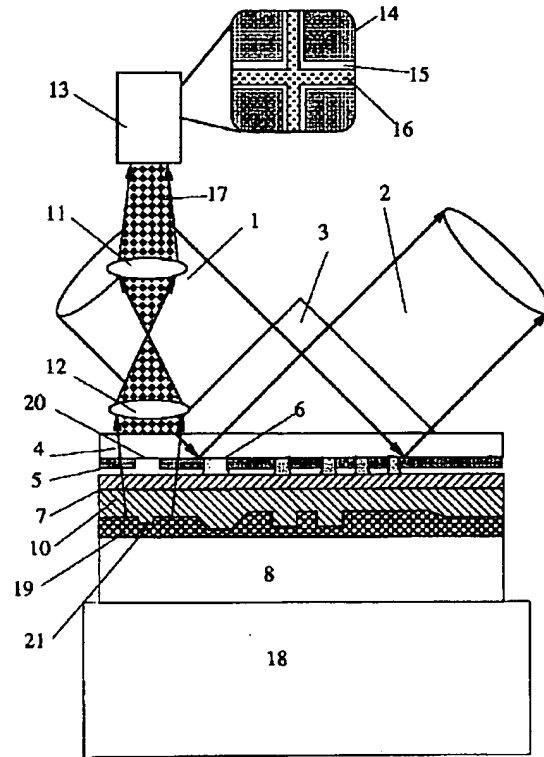
【図5】

図5



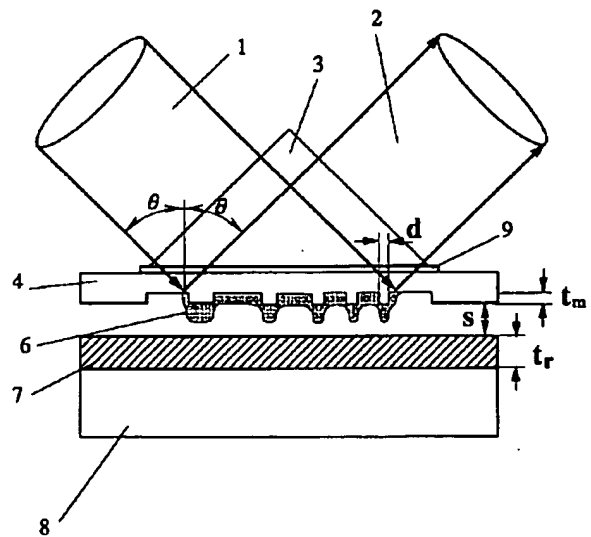
【図4】

図4



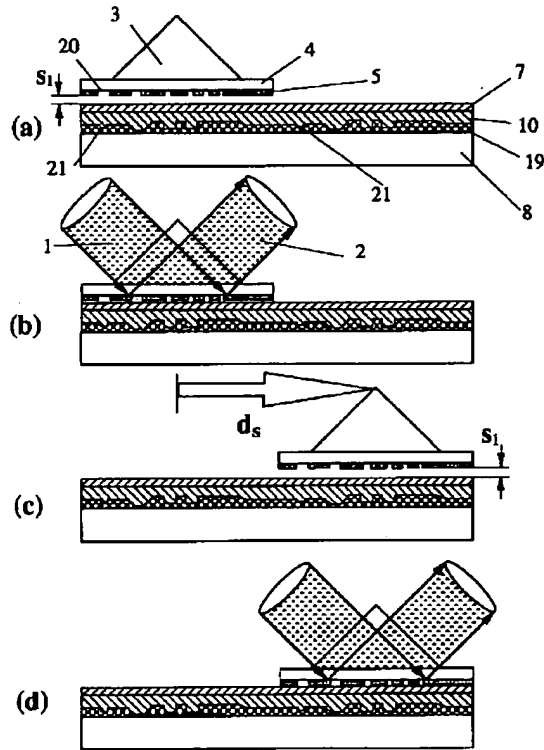
【図8】

図8



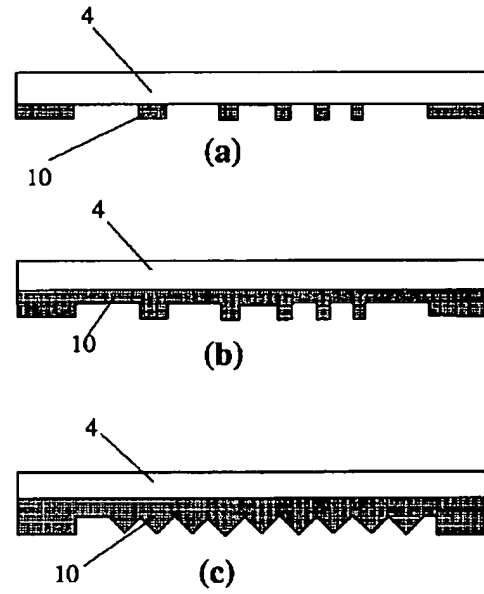
【図7】

図7



【図9】

図9



* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to detailed pattern imprint technology or open opto-electronics, such as semiconductor lithography technology, and is to offer the technology which imprints a detailed pattern 0.2 micrometers or less especially using light

[0002]

[Description of the Prior Art] As a means to use light, and to imprint or expose a pattern, the reduction projection exposing method is common. This is technology which illuminates a mask and imprints the pattern on a mask on an exposed substrate through a reduction projection lens. Then, the lower limit d of the pattern formed is defined by diffraction of light, and is given by $0.6 \lambda / \text{NA}$ (λ : wavelength of light, NA: numerical aperture of a lens). In JP, 62-50811, B, it is phase shift dew as a means exceeding this limitation. Moreover, the technology of adopting the method lighting of slanting as JP, 04-267515, A, and raising the resolution limit is indicated. As detailed pattern imprint technology exceeding the limitation of optical exposure on the other hand, promising ** of an electron beam lithography or the X-ray lithography is carried out.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] it considers as the technology which raises the resolution of optical exposure, and even if it adopts the technology currently indicated by JP, 62-50811, B and JP, 04-267515, A, the detailed pattern which converts into spatial frequency and exceeds $2 \text{ NA} / \lambda$ (however, NA the diameter of opening of a lens and λ wavelength of light) cannot be imprinted. For example, even if it adopts such technology as an excimer laser stepper, in the present condition, only the minimum pattern size around 0.15 micrometers is obtained.

[0004] On the other hand, an electron ray imprint or X-ray duplication technology has highly-precise-izing difficult for the guarantee of the dimensional accuracy by the thermal strain with difficult formation of a mask pattern etc. with difficulty etc. compared with the replica method of light. Moreover, there are many faults, like in a vacuum, imprint or the institution of X line source will become huge. Furthermore, although optical process technology is stable in process, when adopting an electron ray imprint or X-ray duplication, many investment for process technical starting is needed.

[0005] Therefore, the technical problem of this invention is to develop and offer the technology which exceeds the limitation of the minimum imprint size by diffraction of the above-mentioned light using light how.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In this invention, in order to exceed the limitation of the lower limit by diffraction of light, the light from a dielectric oozes out, namely, an evanescent wave is used, a pattern 0.15 micrometers or less is imprinted, and formation is made possible.

[0007]

[Function] In order to use only an evanescent wave as an imprint light, incidence is carried out so that the diffracted light may not spread to a sample side, and an incident light may carry out total reflection in respect of a mask substrate (dielectric) with a subject-copy pattern. It is required to set up the incident angle θ to a direction perpendicular to a subject-copy pattern side at this time, so that (1) formula may be satisfied.

[0008]

$$\sin \theta > 1/n \quad (1)$$

However, n shows the refractive index of the mask substrate which has a subject-copy pattern. Only an evanescent wave can be made to ooze out in air from opening of a shading film by this. In opening (size of 0.3 micrometers or more) which the diffracted light spreads, the same optical imprint as the conventional technology will be performed, and this will spread only an evanescent wave from minute opening (size of 0.3 micrometers or less) which the diffracted light does not spread, if a subject-copy pattern is irradiated by the diffracted light like drawing 3 in order to imprint all the patterns of one-layer portions with the arbitrary imprint in semiconductor lithography (i.e., since a big pattern 0.3 micrometers or more and a minute pattern are intermingled). The quantity of light which light spreads is large, and since the quantity of light becomes very small, it becomes impossible thereby, to imprint a minute pattern by minute opening by big opening. In order to prevent this, propagation of the diffracted light is prevented with the above-mentioned total reflection lighting, and it can imprint by the evanescent wave also by big opening.

[0009] Moreover, in order [that an evanescent wave is spatial] to ooze out and to form a pattern in a resist, there are a method of making it an evanescent wave not ooze out spatially, and a way the generating side of an EBANESSENTO wave makes the

portion near a sample spatially. The former example is shown in drawing 1 and the latter example is shown in drawing 8.

[0010] In the former, in order to ooze and to prevent **, it is a blot of electric field not in a dielectric but in a conductor -- ** is prevented the thickness of the conductor at this time -- a shading pattern or an opening pattern -- you have to make it smaller than one of the minimum pattern sizes. The evanescent wave of this is for only the minimum pattern size grade of a mask substrate front face to the above oozing out.

[0011] The latter forms a concavo-convex pattern in a mask substrate, and the phot mask which used these heights as the optical imprint portion is used for it. When lighting light carries out total reflection of this to glass in the interface of a gas or a vacuum, an evanescent wave spreads it from the interface to a gas side, and the strength decreases it exponentially. If this is used, the strength of an evanescent wave can be patternized spatially. That is, if irregularity is formed in the glass interface spread like drawing 8, strong power spreads from heights, and since distance is far from a crevice, propagation power will become weak. It can stick so that this may contact completely the heights which ooze out the photoresist and EBANESSENTO light on a sample, and compared with the former, the practical EBANESSENTO light imprint with the sufficient use efficiency of light can be realized.

[0012] Above both need to force the sample imprinted to a subject-copy pattern strongly, and they need to stick it so that there may be no gap. This adhesion method is realizable by the method performed from the former. Thus, fundamentally, total reflection of the incident light is carried out in respect of a subject-copy pattern, by adhesion, the sensitization material of a sample is made to spread only an evanescent wave, and it imprints a minute pattern 0.2 micrometers or less.

[0013] In addition, as mentioned above, below for the above-mentioned minimum pattern size, the best layer to which an evanescent wave contacts a subject-copy pattern at least in order to obtain the high imprint resist pattern of an aspect ratio, since only the above-mentioned minimum pattern size grade oozes out from a mask substrate front face must make a photosensitive layer thin, and needs to use a multilayer structure resist. Moreover, a minute pattern 0.2 micrometers or less can be formed on a semiconductor by performing a resist application, after carrying out flattening processing, since a semiconductor front face has the irregularity around 1 micrometer, and performing this imprint.

[0014]

[Example] The fundamental example of this invention is shown in drawing 1. The master mask to imprint consists of conductive material films 5, such as chromium which functions as the transparent mask substrate 4 and shading films, such as glass. The shading film of the position which the subject-copy pattern which should be imprinted on this conductive material film 5 is drawn, and an evanescent wave should penetrate corresponding to this is removed. Moreover, what has applied the sensitization agent (for example, photoresist) 7 which starts the photoreaction on the sample substrate 8 imprinted was used here.

[0015] The place different from the conventional optical imprint is located in the place which formed the prism 3 for total reflection in the conductive material film 5 with which the subject-copy pattern of the mask substrate 4 was drawn, and the opposite side. Here, the refractive index of prism 3 and a substrate 4 is the same, or it is desirable that it is a very near value. Moreover, it is better to really have constituted prism 3 and the mask substrate 4 from an object, or to use the material with the almost same refractive index, a near liquid, or a soft thing as a spacer 25, as shown in drawing. Moreover, prism 3 and the mask substrate 4 may be forced directly, and optical distributor shaft coupling may be given.

[0016] Thus, as shown in drawing, incidence of the laser incident light 1 is carried out. If it is made for the incident angle at this time to satisfy a formula (1), since total reflection will be carried out also by opening which is reflected at an angle theta by the plane of composition with the conductive material film 5 of the mask substrate 4, and does not have the conductive material film 5, all the incident lights 1 will be reflected at an angle theta. The reflected light 2 is emitted into the atmosphere through the mask substrate 4 and prism 3. It is required for the outgoing radiation side of prism 3 to establish and absorb an extinction means so that the emitted reflected light 2 may not return to a mask side. Drawing, it is omitted for simplification. At this time, although light jumps out of the mask substrate 4 as an evanescent wave (light) 6, it is immediately decreased for the conductive material film 5 except opening. However, in opening, it oozes out for a long time by the inside of the atmosphere.

[0017] this -- oozing out -- like drawing 2, if it separates to the same extent with the size's of opening depending on the size of opening, the luminous intensity which jumps out will be decreased to about $1/102$ to $1/103$ to an incident light 1. For this reason, it is necessary to make thickness t_m of the shading film 5 of a conductive material as thin as possible. Moreover, the thickness of the sensitization material 7 on the sample substrate 8 is also as thin as possible, and it is necessary to carry out. Furthermore, it is required to stick this to the conductive material film 5, and to carry out near of the gap S to 0 as much as possible, and it is desirable to make it several 10nm or less.

[0018] Although the means as aligners, such as a movable carriage which carries a sample, an adhesion means, laser radiation optical system, a shutter, and a timer, was omitted drawing, these are used by optical exposure and X aligner from the former, and are enough.

[0019] A beam expander and collimator ability are required for laser radiation optical system. The light below 460nm wavelength like Ar ion laser and helium-Cd laser as a source of laser is obtained, and it is enough. Moreover, that in which a fine pattern is formed as sensitization material 7, using what suited the wavelength of a laser beam is chosen. Since EBANESSENTO light seldom spreads the thickness t_r of the sensitization material 7, its 0.1-micrometer order is desirable.

[0020] An EBANESSENTO imprint (exposure) is performed using such a sample. Light is irradiated, if sufficient optical intensity for sensitization material spreads through the subject-copy pattern drawn on the conductive material film 5, into the sensitization material 7, photopolymerization, crosslinking reaction, etc. will occur and a latent image will be formed. then, it is the conventional technology -- develop negatives, print (BEKU) and pass a process -- a detailed pattern 0.1 micrometers or less can be formed using the light which is usual

[0021] moreover, the shading section is a blot of electric field not in a dielectric but in a conductor in order for an evanescent wave to ooze and to prevent ** -- it is important to prevent ** Below for the above-mentioned minimum pattern size, the best layer to which an evanescent wave contacts a subject-copy pattern at least in order to obtain the high imprint resist pattern of an aspect ratio, since only the above-mentioned minimum pattern size grade oozes out from a mask substrate front face must make a photosensitive layer thin, and needs to use a multilayer structure resist. Moreover, a minute pattern 0.1 micrometers or less can be formed on a semiconductor by performing a resist application, after carrying out flattening processing, since a semiconductor front face has the irregularity around 1 micrometer, and performing this imprint.

[0022] Next, the need for the EBANESSENTO light imprint by total reflection is described using drawing 3. transparency of the light from mask material when drawing 3 illuminates mask material to a perpendicular mostly as the exposure method used with the conventional technology -- oozing out -- etc. -- ***** -- it is drawing shown in ** type Opening of sufficient size in which the imprint in semiconductor lithography can spread the inside of air as the diffracted light in the shape of a mask in consideration of imprinting all the patterns of arbitrary one-layer portions here, and minute opening which is not made shall be intermingled. If light 1 irradiates the subject-copy pattern drawn on the conductive material film 5 on a substrate 4 at this time as shown in drawing, in opening (size of 0.3 micrometers or more) which can spread the diffracted light 9, the same optical imprint as the conventional technology will be performed (although an evanescent wave 6 also oozes out at this time, it is small 2 or more figures as power). From minute opening (size of 0.3 micrometers or less) which the diffracted light (propagation light) 9 does not spread, it is accepted evanescent wave 6 and spreads. The quantity of light which light spreads is large, and since 2 or more figures of quantity of lights become small, it becomes impossible thereby, to imprint a minute pattern by minute opening by big opening. In order to prevent this, propagation of the diffracted light 9 is prevented by the above-mentioned total reflection. An optical imprint can be carried out by the evanescent wave also in big opening by this, and the bias of power with a pattern size can be abolished. Moreover, it is more desirable to irradiate a sample by the circular polarization of light or elliptically polarized light, in order to imprint a pattern correctly, although the laser beam had the linearly polarized light, the circular polarization of light, and elliptically polarized light. This is for a bias to happen in the direction where the amount of the light which oozes out from opening by the linearly polarized light is right-angled in electric field or the direction of a magnetic field. What is necessary is just to let a laser beam pass in $\lambda/4$ board to change the linearly polarized light into the circular polarization of light.

[0023] On the other hand, in the interface of an optic, reflection places and multiple reflection and multiplex interference take place. In order to prevent this, it is desirable to attach an antireflection film to an optic.

[0024] Drawing 4 is an example at the time of laying on top of drawing 1 and preparing a function. In the case of the semiconductor device, the structure 19 was formed on the Si substrate 8 as shown in drawing, and in order to carry out flattening of this, a buffer layer 10 and the sensitization material 7 are formed. This is a means often used, in order to form the high resist for etching of an aspect ratio with flattening processing. The pattern 20 for alignment was formed into the mask (subject copy) pattern, and the pattern 21 for alignment is formed into the structure. Here, the two above-mentioned patterns are set using the optical microscope. Drawing, lighting optical system is omitted in this microscope. The light which came out of lighting optical system illuminates the two above-mentioned patterns 20 and 21, with an objective lens 12 and an ocular 11, expands the optical image from there and changes it into an electrical signal by CCD camera 13. A CCD camera image is shown in 14. Although the sensitization material 7 and a buffer layer 10 penetrate the wavelength of lighting light, it is required for sensitization material to choose the wavelength which is not exposed. What is necessary is just to specifically choose the wavelength of 500nm or more. It detaches so that a mask and a sample may not be contacted, and as shown in drawing, the micro mirror image of the doubling mark 20 of a mask is obtained like 15, and the doubling mark image of a sample is further obtained like 16 in the doubling mark image 15 of this mask. 18 is a sample move doubling control system, and has maintenance of a sample and control of the gap of a mask and a sample, an adjustment mechanism for doubling, and a control-system function. Where it adjusted so that a CCD camera image may be in the state of drawing using this adjustment mechanism 18, and this is maintained, a mask 5 and a sample are stuck, and superposition work is completed.

[0025] Then, as the view 1 showed, EBANESSENTO exposure is performed using total reflection, and a latent image is formed in the sensitization material 7. Then, the pattern which formed the concavo-convex pattern in sensitization material by development, and was further formed in the buffer layer by making this into a mask at the sensitization material 7 of wet etching, dry etching or an electron beam lithography, X-ray lithography, etc. can be used as a mask, and can be formed. As mentioned above, adhesion with the conductive material film 5 which functions as the sensitization material 7 and mask of the best layer by the resist of the multilayer structure by which flattening processing was carried out becomes good, and can form a detailed pattern 0.2 micrometers or less with a sufficient precision also on the Si substrate 8.

[0026] Drawing 5 shows the exposure (imprint) method in the case of repeating total reflection many times. As shown in (a), a laser beam is inputted into the mask substrate 4 from the prism 22 for incidence. As shown in drawing, it is reflected in the shading section, and in opening, total reflection is caused and all incident lights are reflected. The boundary section of the conductive material film 5, the air of an opposite side, and the mask substrate on which the reflected light functions as a shading film also causes total reflection. Thus, by repeating total reflection many times, as shown in drawing, and shown in drawing, since the conditions of total reflection collapse, the laser beam 2 in which even the prism 23 for outgoing radiation was reflected is drawn into the atmosphere. At this time, by opening which the laser beam irradiated, EBANESSENTO light oozes out from opening and exposure is performed. Next, in order to expose the field which is not irradiated, as shown in drawing, as shown in (b), only de moves the prism 22 for incidence, and the prism 23 for outgoing radiation, with an interval maintained, after that, it exposes like (a) and the whole exposure is completed. In this case, it is required to set up and control de as correctly as possible,

and to move the above-mentioned prism 22 and 23 so that it may not overlap in consideration of the field which a laser beam irradiates. [0027] Drawing 6 shows the case where move relatively and a laser beam is exposed so that the whole exposure field may be covered, when the path of a laser beam is narrower than exposure area. A latus field can be uniformly illuminated by moving an incident light 1 like tracing 24 on the plane of incidence of the prism 3 in which it was prepared on the mask substrate 4, as shown in drawing. Here, although the means of a beam scan is omitted, it is important to scan a mask and a sample so that the incident angle of a laser beam may not change, where it fixed the illumination system of laser and a mask and a sample are stuck. Moreover, it can fix, where a mask and a sample are stuck, and a laser beam can also be scanned so that the incident angle of a laser beam may not change. Furthermore, although a continuation scan and a step scan can be considered for a scan, considering uniform exposure, a continuation scan is desirable.

[0028] Drawing 7 shows the case where repeat the subject-copy pattern of a mask on a sample substrate by step-and-repeat movement, and the same pattern is imprinted continuously.

[0029] In (a), only S1 makes a sample and a mask and alignment work with the pattern of a sample and a mask pattern is done like drawing 2. Then, as shown in (b), a mask and a sample are stuck and the EBANESSENTO light imprint of this invention is performed. Next, as shown in (c), further, only S1 makes a sample and a mask, and only ds moves a mask and a sample relatively, and as shown in (a), it does alignment work with the pattern of a sample, and a mask pattern. Then, as shown in (c), a mask and a sample are stuck and the EBANESSENTO light imprint of this invention is performed. This can be repeated and a pattern imprint can be performed in the whole sample.

[0030] About alignment, it is possible also by managing movement precisely only as 1 time of the beginning after next time.

[0031] Here, although drawing 1 and the application of 4 were shown, drawing 5 and the exposure method of 6 can also be taken in.

[0032] Moreover, although this example described the EBANESSENTO light imprint to a semiconductor substrate, it is applicable also from a viewpoint of a subject-copy pattern copy. In this case, the glass blank which attached electric conduction material films, such as Cr, to the sample can be used. Since exhaustion of a subject-copy pattern is intense and this is needed in order that this method may use adhesion exposure, this work becomes very important. Furthermore, since EBANESSENTO light decreases this imprint immediately in air, although it sandwiches a liquid or gas between a mask and sensitization material, it is effective. In addition, imprinting only a pattern with the size which the diffracted light does not spread by this method is also considered, and this is also the range of this invention.

[0033] Next, the example of the mask for raising the use efficiency of the EBANESSENTO light of this invention further is described.

[0034] As stated also in advance, unless EBANESSENTO light oozes out and it makes the gap of a field and sensitization material below into the thickness grade of a shading film at least, EBANESSENTO light does not spread to sensitization material efficiently. Then, although the conductive material film was used as a shading film in the previous example, in this example, the concavo-convex pattern was formed in the mask substrate, and these heights were used as the optical imprint portion. By this, the photoresist on a sample can be stuck so that the heights to which EBANESSENTO light oozes out may fully be contacted, and the optical imprint which used a more efficient practical EBANESSENTO light can be realized.

[0035] A fundamental example is shown in drawing 8. The master mask to imprint is the same as the composition of drawing 1 except for the point which is a subject-copy pattern by the concavo-convex pattern formed in the side which touches the sample of the mask substrate 4. If incidence of the incidence laser beam 1 is carried out at the angle theta which carries out formula (1) satisfaction as shown in drawing, total reflection will be carried out in respect of a concavo-convex pattern, and the diffracted light will be emitted outside prism 3 as the reflected light 2. At this time, the EBANESSENTO light 6 oozes out along with a concavo-convex pattern by this example. Therefore, propagation of light is efficiently realized by the sample 8 to which the sensitization material (photoresist) 7 was applied for the EBANESSENTO light 6 which oozed out from the heights of the mask substrate 4 in the state where it stuck from the substrate 8. Thereby, lightweight-izing of the power of a laser light source and shortening of imprint time can be attained.

[0036] Other examples of the mask of this invention are shown in drawing 9. (a) is an example using the phot mask it is [a refractive index] almost the same as the mask substrate 4 it, and equivalent to the phot mask of the structure shown in drawing 8 using the material 50 which light penetrates. (b) is the example of the structure where the material 50 with the almost same above-mentioned refractive index as the mask substrate 4 side was applied, and the subject-copy pattern was formed in this front face. (c) is the example which carried out the cross section the saw-tooth wave or whose edge replaced the pattern with the cross section of rectangle structure, and became blunt.

[0037] Thus, if the material of a mask substrate and the pattern formation section is changeable, since a means to form a detailed pattern can be chosen, it becomes very effective in phot mask formation. Moreover, in the case of a line and a space pattern, structures, such as a grating, can be used, and the phot mask of the structure of (c) is convenient in the case of. In the imprint of this line and a space pattern, carrying out incidence of the laser beam aslant, and performing the EBANESSENTO light imprint of a line and a space pattern in the field in alignment with the line, is the method of abolishing the leakage of the diffracted light, and it is very effective.

[0038] In addition, preparing the same heights as the height of the heights of a subject-copy pattern around a subject-copy pattern can prevent destruction of the heights of a subject-copy pattern, when it sticks, and it serves as effective structure as shown [(a) - (c)].

[0039]

[Effect of the Invention] If this invention is used for the micro-processing process of a semiconductor device, formation of a

detailed pattern 0.1 micrometers or less will be attained using light. In the present condition, although there is a limitation of about 0.4-micrometer micro processing when the light of a visible region is used, since the subject-copy pattern to the size of several 10nm can process it with electron-beam-lithography technology, if this is used for a subject-copy pattern, an optical imprint can change that it is possible to this field, and can contribute to minute-ization of a semiconductor device. Moreover, in the present condition, promising ** of an electron ray imprint or the X-ray duplication is carried out at minute pattern formation 0.2 micrometers or less. However, there are many faults, like compared with the replica method of light, highly precise-ization of the guarantee of the dimensional accuracy by the thermal strain with difficult formation of a mask pattern etc. imprints or becomes what has the huge institution of X line source in a difficult vacuum. Moreover, although optical process technology is stable in resist process, when adopting an electron ray imprint or X-ray duplication, many investment for process technical starting is needed. Although an electron ray imprint, drawing, or X-ray duplication raises the price of a mass semiconductor device and a deadlock of semiconductor industry is produced from this, low-pricing in respect of [these] cost is realizable with this invention.

[0040] Furthermore, this invention can be applied to other industries (an information processor, micro mechanism, etc.) which use semiconductor ultra-fine processing technology, and contributes to detailed-izing and densification extremely.

[Translation done.]